

LA JACHÈRE EN AFRIQUE DE L'OUEST

Textes présentés
par Christian Floret et Georges Serpantié



Atelier international,
Montpellier,
du 2 au 5 décembre 1991

CONSÉQUENCE DE L'ACCROISSEMENT DÉMOGRAPHIQUE SUR LA QUALITÉ DE LA JACHÈRE DANS LE NORD DE LA CÔTE- D'IVOIRE

Jean CESAR¹ et Zoumana COULIBALY²

RÉSUMÉ

L'étude floristique de différents types de jachère dans des zones à forte et à faible densité de population montre que la valeur de ces herbages est très variable. L'âge de la jachère n'est pourtant pas le facteur principal. L'exploitation pastorale permanente, en bloquant l'évolution naturelle progressive, et en maintenant les jachères à un niveau de dégradation extrême qui empêche la reconstitution du sol, apparaît comme le facteur décisif. Cependant, la mise en défens momentanée de ces jachères pendant 1 à 4 ans, suivie d'une gestion pastorale adaptée, permet d'accroître globalement la productivité fourragère du terroir tout en rehaussant le niveau de fertilité du sol.

Mots-clé : savanes soudaniennes, *Andropogon gayanus* Côte-d'Ivoire, cultures fourragères, surpâturage, jachère, système d'élevage

ABSTRACT: THE CONSEQUENCES OF DEMOGRAPHIC GROWTH ON THE QUALITY OF FALLOW LAND IN THE NORTH OF IVORY COAST

The floristic study of different types of fallow land in zones of high and low population density show that the value of this pasture land is very variable. The length of time under fallow is nevertheless not the main factor. Permanent pastoral use, blocking the progressive natural evolution by keeping fallow land at a level of extreme degradation, which prevents the reconstitution of the soil, appears to be the decisive factor. Nevertheless, fencing off this fallow land for a 1-to 4-year period followed by a period of adapted pastoral management enables a global increase in the productivity of this pastoral land and at the same time raises the level of its soil fertility.

Key words: fallow, *Andropogon gayanus*, Ivory Coast, Sudanian savannas, overgrazing, fencing, fodder crop, animal husbandry

¹ IEMVT/CIRAD ; 10, rue Pierre Curie 94707 Maisons-Alfort CEDEX

² IDESSA ; Base Nord, BP : 673 Korhogo CÔTE-D'IVOIRE

INTRODUCTION

Les récents travaux de PIERI (1989) ont montré que le problème majeur de l'agriculture, dans des zones tropicales d'Afrique à forte densité de population, était la baisse de fertilité du sol.

Pour fixer un ordre de grandeur, dans les conditions pédo-climatiques du nord de la Côte-d'Ivoire, les contraintes liées au manque de terres commencent à apparaître entre 10 et 20 habitants/km². Elles deviennent graves à partir de 20 habitants/km².

Les remèdes pour pallier cette dégradation des terres de savane sont mal connus : la fertilisation minérale, la restitution des résidus de culture sont insuffisantes. La seule voie prometteuse serait l'utilisation de la fumure animale (PICHOT *et al.*, 1981 ; PIERI, 1985). Or, dans ces zones, l'élevage est déjà limité par l'insuffisance des ressources fourragères. La culture fourragère, d'un coût trop élevé, ne peut être substituée totalement au pâturage naturel. Il est donc indispensable de rechercher une meilleure utilisation des parcours naturels qui, dans ces zones, sont essentiellement représentés par les jachères.

ÉVOLUTION NATURELLE DE LA JACHÈRE

Le défrichement est habituellement suivi de la mise en culture de la parcelle pendant une période variable. En zone forestière et dans les savanes humides, le cycle est de courte durée. Il est de un à deux ans en forêt. Dans les savanes soudanaises, il dure assez souvent de 5 à 7 ans.

Pendant la culture, le terrain est sarclé régulièrement. Vers la fin du cycle, cependant, les adventices sont nombreuses et très variables d'un champ à l'autre. Ce sont elles qui décident le paysan à abandonner la parcelle.

Après abandon de la culture, ce sont évidemment les adventices en place qui, les premières, occupent le terrain.

On prendra pour exemple des jachères de la région de Boundiali-Korhogo situées sur des sols de qualité moyenne non dégradés, à texture sablo-argileuse. Six phases peuvent être différenciées dans l'évolution de la jachère.

1) jachère récente (1 à 3 ans)

Le champ est envahi par les adventices. Les graminées sont annuelles ou de petite dimension, à productivité très faible. Les dicotylédones et les Cypéracées sont abondantes, souvent annuelles et à caractère envahissant.

Euphorbia hirta, *Borreria verticillata*, *Mitracarpus scaber*, *Commelina spp.*, *Digitaria spp.*, *Eragrostis spp.*, *Paspalum orbiculare*, *Cyperus spp.* sont parmi les plus caractéristiques de ces espèces. Ces jachères sont parfois envahies par une graminée dominante, *Rhynchelytrum repens* ou divers *Pennisetum* (*P. polystachion*, *P. subangustum*, *P. pedicellatum*, *P. hordeoides*).

2) Jachère jeune (2 à 5 ans)

Une graminée vivace, *Andropogon gayanus* s'installe progressivement, avec localement *Imperata cylindrica* aux endroits moins fertiles. Les jeunes ligneux commencent à apparaître à partir de drageons ou d'éclats de souche.

3) Jachère à *Andropogon gayanus* (5 à 15 ans)

Andropogon gayanus est devenu dominant. Les touffes ont atteint leur maturité et le recouvrement au sol est à son maximum. Les plaques d'*Imperata cylindrica* disparaissent. La flore est pauvre. *Andropogon gayanus*, en peuplement presque pur, a éliminé les adventices. Grâce à sa productivité énorme, tant aérienne que

souterraine, il favorise la reconstitution de l'horizon humifère. Les ligneux se développent, le tronc des plus gros atteignant 5 à 10 cm de diamètre à la base.

4) Jachère âgée (15 à 25 ans)

Andropogon gayanus reste dominant mais des graminées de savane apparaissent. Les touffes d'*Andropogon gayanus* vieillissent et se morcellent. D'autres graminées cespitueuses, typiquement savanicoles, s'installent progressivement : *Hyparrhenia subplumosa*, *H. smithiana*, *H. dissoluta*, *Andropogon chinensis*, *A. schirensis* et *Schizachyrium sanguineum*.

Vers la fin de cette phase, les graminées savanicoles prennent de plus en plus d'importance et entrent en compétition avec *Andropogon gayanus* qui régresse.

Quelques arbres bien développés donnent à la formation l'aspect d'une savane arbustive ou arborée claire.

5) Savane en voie de reconstitution (25 à 30 ans)

Les graminées de savane, devenues dominantes, éliminent les dernières touffes d'*Andropogon gayanus*. La strate herbacée a acquis la structure d'une savane en équilibre mais le peuplement ligneux est encore jeune.

6) Savane reconstituée (au-delà de 30 ans)

Le couvert ligneux s'accroît. La savane arborée jeune se transforme en savane boisée ou même en forêt claire. La flore est alors entièrement composée d'espèces savanicoles. Elle s'enrichit en plantes sciaphiles sous les arbres.

Les durées proposées ici sont évidemment très approximatives : la vitesse d'évolution dépend beaucoup de la fertilité du sol et de la pluviosité. Dans la région étudiée, sur les sables gravillonnaires lessivés, le stade 2 n'apparaissait pas avant 5 ans et le stade 3 avant 12 ans ; sur sol argilo-sableux de cuirasse, le stade de reconstitution des graminées savanicoles étaient pratiquement achevé dès la 20^{ème} année.

Le long du gradient climatique nord-sud, on peut admettre que la vitesse d'évolution est proportionnelle à la longueur de la saison des pluies. A Bouaké avec 8 à 9 mois de saison des pluies au lieu de 6 vers Korhogo, une savane boisée sur sol sablo-argileux met entre 20 et 25 ans pour se reconstituer.

Des variantes existent aussi quant à la composition floristique. Dans beaucoup de jachères, sur sol sableux, du centre de la Côte-d'Ivoire, *Hyparrhenia dissoluta* se substitue partiellement ou en totalité à *Andropogon gayanus*.

D'une façon générale, les jachères jeunes de 1 à 5 ans, trop riches en annuelles et dicotylédones diverses n'ont qu'un intérêt pastoral faible et limité à la saison des pluies. Les jachères à *Pennisetum spp.* sont déjà plus productives, mais elles ne sont exploitables qu'une courte période, car les *Pennisetum* se dessèchent très vite. En revanche, la jachère à *Andropogon gayanus* constitue un excellent pâturage, très appétible, riche en matière azotée, et pratiquement aussi productif qu'en savane.

Lorsque les paysans disposent d'une surface suffisante, la remise en culture a lieu uniquement sur la savane reconstituée du dernier stade : ils attendent toujours l'élimination complète d'*Andropogon gayanus*. Cette pratique s'observe encore dans une grande partie des savanes du nord de la Côte-d'Ivoire, où la densité de population n'est pas excessive. Avec l'augmentation de la population, la surface cultivée s'accroît et l'agriculteur est contraint de remettre en culture à des stades de plus en plus jeunes. Parallèlement, l'accroissement de la population humaine va de pair avec l'augmentation du cheptel : la relation est toujours très étroite. Il s'ensuit une augmentation de la pression de pâture qui s'ajoute à la réduction des surfaces pâturables.

A l'extrême, les jachères situées dans les zones à très forte densité de population comme la région qui entoure Korhogo sont soumises à une pression de pâture encore plus importante. Elles sont pratiquement broutées en permanence. Dans de telles conditions, le pacage ne laisse pas aux graminées vivaces la possibilité d'accomplir leur cycle de développement.

Après l'abandon de la culture, l'évolution vers le stade à *Andropogon gayanus* est retardée. Les touffes de graminées vivaces, perpétuellement broutées, ne parviennent pas à coloniser le terrain. Tout au plus se maintiennent-elles en petites touffes éparses aux talles plagiotropes. Les autres plantes (graminées annuelles dicotylédones diverses) sont elles aussi broutées et rejettent de souche, ou se maintiennent au moyen de stolons (*Dactyloctenium aegyptium*, *Digitaria spp.*, etc.). Certaines dicotylédones peuvent fournir un fourrage de qualité appréciable, mais de faible productivité (*Spermacoce stachydea*, *Tridax procumbens*, *Zornia glochidiata*). Mais l'action dégradante de l'homme et du bétail dans ces zones ne se limite pas à la végétation : l'activité agricole, par son ancienneté et son intensité, contribue à modifier l'état du sol : l'horizon humifère disparaît, non compensé par l'apport organique que fournissent normalement les graminées vivaces, la structure se dégrade, le pH s'abaisse et la fertilité chimique diminue.

L'ACTION DU BROUTAGE SUR LA JACHÈRE

Trois facteurs vont donc déterminer l'état de la jachère : l'activité agricole, l'âge et l'action du bétail.

Nous avons tenté d'évaluer la composition floristique et la valeur pastorale des divers types de jachères et de comparer la production des jachères dégradées, largement dominantes dans la zone de Korhogo, aux jachères reconstituées par une strate continue d'*Andropogon gayanus*.

Sept formations ont été étudiées dans la région de Korhogo. Les deux dernières se situent en dehors de la zone à forte densité de population, sur des sols qui n'ont pas été dégradés par une forte activité agricole. Les autres sont situées au coeur de la zone dense.

Les relevés floristiques ont été effectués par la méthode de DAGET et POISSONET (1971) ; pour les deux derniers relevés, (e et f), la contribution spécifique est exprimée directement par la biomasse moyenne annuelle.

Description des formations végétales étudiées

1) Population d'adventices (a)

La végétation inventoriée est celle d'une culture de maïs d'un an établie sur des jachères dégradées et surpâturées typiques de la zone dense. Le sol est sablo-argileux gravillonnaire. Cette formation est floristiquement la plus riche puisque 57 espèces y ont été recensées sur 1/3 d'hectare.

Les plantes dominantes sont *Tridax procumbens* et *Eragrostis tremula*.

2) Jachère dégradée récente (b)

Le site choisi a fait l'objet depuis 4 ans d'une étude de la reconstitution de la jachère par l'action de la mise en défens. La présente parcelle, "b", correspond au témoin non protégé. L'âge de la jachère n'est pas connu avec précision, mais si l'on se réfère à la dimension des rejets de ligneux, il s'agit vraisemblablement d'une jachère assez jeune. Le sol est sableux, faiblement argileux en profondeur. Les ligneux sont peu représentés à l'exception de quelques rejets de *Daniellia oliveri*. La strate herbacée, perpétuellement parcourue par le bétail, n'évolue pas vers la savane mais s'enrichit en espèces de parcours telles que *Zornia glochidiata* (39 %). Les graminées annuelles restent abondantes, comme *Digitaria longiflora* (30 %).

3) Jachère dégradée ancienne (c)

La station d'étude est située sur un sol gravillonnaire sablo-argileux à argilo-sableux. La végétation appartient aux savanes anthropiques à nérés (*Parkia biglobosa*) et karités (*Vitellaria paradoxa*). Elle présente une strate arborée assez claire, par suite des défrichements fréquents, et une strate arbustive abondante et bien

développée constituée d'un grand nombre d'espèces regroupées en bosquets denses : *Anogeissus leiocarpus*, *Annona senegalensis*, *Diospyros mespiliformis*, etc. La dimension de ces ligneux montre que la formation n'a pas été cultivée depuis au moins 10 à 15 ans.

La jachère est exploitée en permanence par le bétail depuis de longues années. La strate herbacée est discontinue et n'assure plus efficacement son rôle anti-érosif : des ravines traversent le terrain. Elle est pauvre en graminées vivaces. L'espèce dominante, *Cymbopogon schoenanthus* (30%), n'est pas broutée. Les annuelles sont nombreuses.

4) Jachère ancienne après 1 an de restauration (d)

Il s'agit de la même formation que précédemment (c), après 1 an de mise en défens au moyen d'une clôture et rabattement des rejets de ligneux à la main. Les graminées vivaces sont largement dominantes : *Andropogon gayanus*, (35 %), *Schizachirium sanguineum*, (20 %), *Cymbopogon schoenanthus*, qui a toutefois légèrement régressé (24 %).

5) Jachère récente après 4 ans de restauration. (e)

Cette parcelle est contiguë à la jachère dégradée récente (b). Elle est clôturée depuis 4 ans et sert aux expériences de mesure de la productivité. La graminée dominante est *Andropogon gayanus* (51%).

6) Jachère ancienne (f)

Située en dehors de la zone dense, mais dans la région de Korhogo, cette formation est bien représentative des vieilles jachères à *Andropogon gayanus* en cours d'évolution vers la savane. Elle est installée sur un sol ferrallitique gravillonnaire argilo-sableux. La parcelle a été cultivée il y a une quinzaine d'années. Eloignée du village, elle est peu exploitée par le bétail et ne présente pas de signe de dégradation pastorale. La strate arborée claire est dominée par *Vitellaria paradoxa*. La strate arbustive est très réduite, limitée par les feux violents. La strate herbacée, constituée de graminées vivaces en grosses touffes, a la physionomie d'une savane. Seule la présence d'*Andropogon gayanus* permet de reconnaître la jachère.

7) Savane "naturelle"(g)

La formation décrite ici ne présente aucune trace d'activité agricole ou pastorale. Par sa structure, comme par sa composition floristique, elle ne se distingue pas des savanes typiques ; la végétation est en équilibre avec le feu, qui est le seul facteur anthropique.

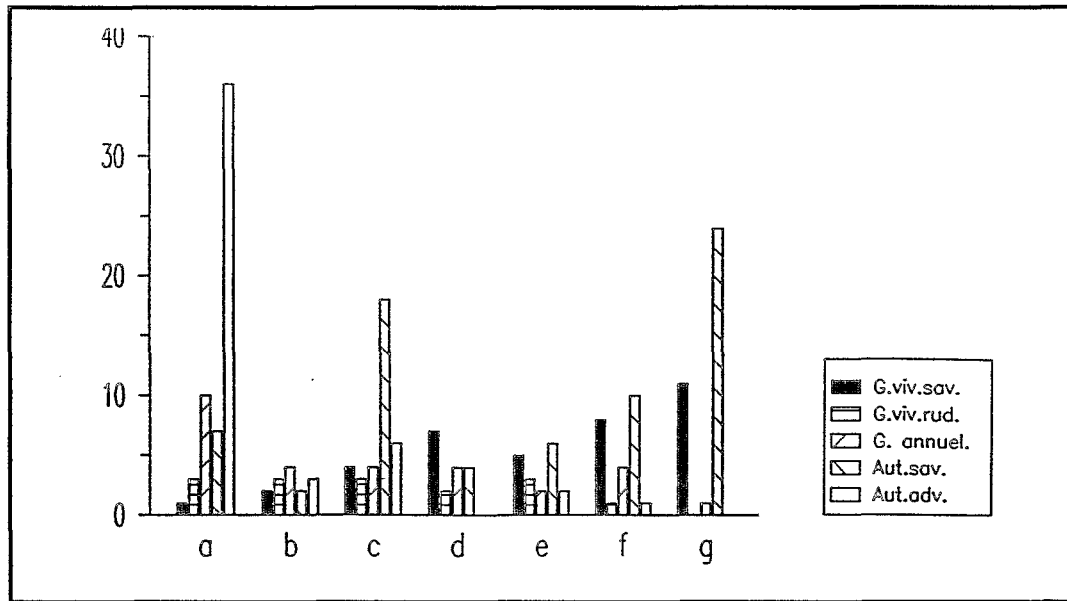


Figure 1 : Composition floristique en nombre d'espèces des formations étudiées

a = Population d'adventices

e = Jachère récente après 4 ans de restauration

b = Jachère dégradée récente

f = Jachère ancienne non dégradée

c = Jachère dégradée ancienne

g = Savane naturelle.

d = Jachère ancienne après 1 an de restauration

Les espèces sont réparties en 5 classes : • Graminées vivaces de savane (incluant *Andropogon gayanus*) • Graminées annuelles • Graminées vivaces rudérales et post-culturelles • Autres familles, savanicoles • Autres familles, adventices et rudérales.

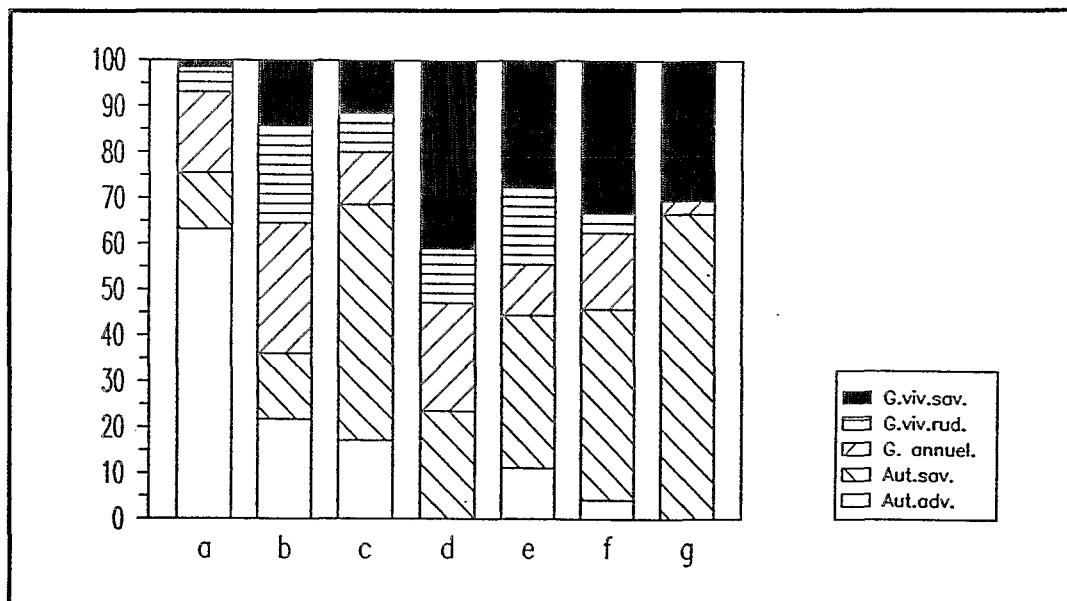


Figure 2 : Composition floristique en % du nombre d'espèces, dans les formations étudiées :

Elle se rattache aux savanes arborées à *Lophira lanceolata* qui occupent les bas de versants sableux. La strate arbustive est dominée par *Parinari curatellifolia*. La strate herbacée rassemble un cortège de graminées des genres *Hyparrhenia* et *Andropogon*, caractéristiques de la savane. L'espèce dominante est *A. chinensis*.

Composition floristique

Par souci de simplification, les plantes de savane ont été réparties en 5 catégories :

- Graminées vivaces de savane

Ex : *Hyparrhenia subplumosa*

Ce groupe inclut également *Andropogon gayanus*, dont la biologie est comparable à celle des autres espèces de savane.

- Graminées vivaces rudérales ou post-culturelles

Ex : *Paspalum orbiculare*, *Sporobolus pyramidalis*

- Graminées annuelles

Elles comprennent des espèces savanicoles, comme *Aristida kerstingii*, et des rudérales ou adventices, comme *Eragrostis tremula*

- Autres familles, savanicoles

Ex : *Indigofera polysphaera*, *Cyperus tenuiculmis*

- Autres familles, adventices et rudérales

Ex : *Tridax procumbens*, *Schewenckia americana*

La figure 1 montre, pour chaque formation étudiée, la répartition des catégories ci-dessus en nombre d'espèces.

Le nombre de graminées vivaces augmente vers la droite du graphe, qui correspond à l'évolution vers la savane, alors que celui des adventices diminue. Les plantes de savane non graminéennes sont nombreuses dans les formations anciennes, jachères anciennes (f), savane (g). Cependant, dans la jachère ancienne dégradée (c), un an de restauration provoque une forte réduction de leur nombre, tandis que les graminées vivaces progressent. D'une manière générale, la restauration provoque une diminution du nombre des adventices et une augmentation de celui des graminées vivaces de savane (d et e). Ces graminées sont plus nombreuses dans les formations non pâturées (d à g).

La richesse floristique est très variable, et passe de 57 espèces dans la population d'adventices (a) à 14 espèces dans la jachère dégradée récente (b) (tableau II). Dans les formations anciennes, elle semble se stabiliser entre 25 et 35. De ce fait, la composition floristique en pourcentage du nombre d'espèces donne des résultats différents (fig. 2). L'effet de la restauration est plus net puisque les graminées vivaces de savane dans les jachères restaurées (d et e), prennent la même importance que dans les formations anciennes non pâturées.

Sur la figure 3, la composition floristique n'est plus exprimée en nombre d'espèces, mais en pourcentage du biovolume ou de la biomasse réalisé par l'espèce ou le groupe d'espèces (contribution spécifique). Les différences entre les sites sont encore plus marquées. La dominance des graminées de savane dans les formations anciennes non pâturées (f et g), est spectaculaire, mais l'écart entre les formations pâturées dégradées (b et c) et restaurées (d et e), est tout aussi net. Par contre, chez les graminées vivaces rudérales et post-culturelles, ce n'est plus la restauration qui joue, mais l'ancienneté de la jachère, les jachères anciennes c et d étant plus riches que les jachères récentes b et e. C'est l'inverse pour les graminées annuelles.

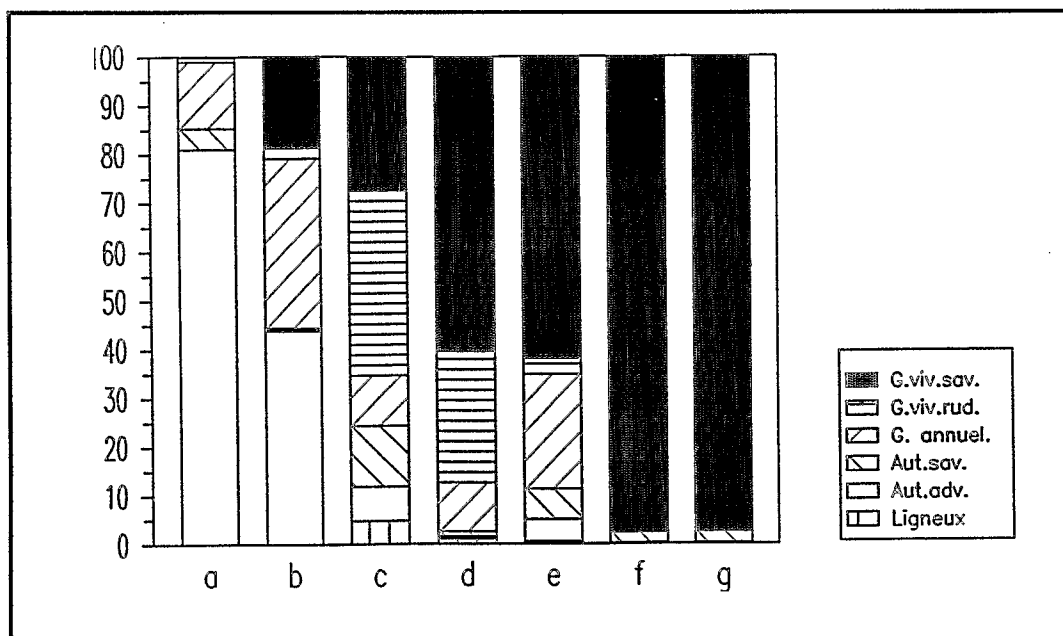


Figure 3 : Composition floristique exprimée par la contribution spécifique dans les formations étudiées :

- a = Population d'adventices
 b = Jachère dégradée récente
 c = Jachère dégradée ancienne
 d = Jachère ancienne après 1 an de restauration
 e = Jachère récente après 4 ans de restauration
 f = Jachère ancienne non dégradée
 g = Savane naturelle.

Les espèces sont réparties en 6 classes :

- Graminées vivaces de savane (incluant *Andropogon gayanus*)
- Graminées vivaces rudérales et post-culturelles
- Autres familles, adventices et rudérales.
- Graminées annuelles
- Autres familles, savanicoles
- Ligneux

En conclusion, quelle que soit la formation d'origine, la mise en défens favorise le développement des graminées pérennes de savane au détriment des autres catégories. Inversement, le broutage empêche l'évolution naturelle favorable de la jachère vers la savane. Seules l'absence d'exploitation pastorale, ou une exploitation pastorale limitée, peuvent garantir la proportion maximale de graminées savanicoles pérennes, qui est de l'ordre de 95 %.

La valeur pastorale

La valeur pastorale tient compte à la fois de l'appétibilité, de la valeur nutritive et de la productivité.

Par analogie avec les travaux effectués sur les prairies européennes, (DELPECH, 1960 ; DAGET et POISSONNET, 1990), les espèces ont été réparties en 6 classes de valeur pastorale.

Les classes de valeur pastorale sont définies dans cette étude de façon suivante :

Classe 5 : Production élevée, appétibilité excellente, valeur alimentaire bonne à très bonne, bonne résistance au broutage.

Ex : *Andropogon gayanus*.

Classe 4 : Production élevée, appétibilité et valeur alimentaire bonnes, bonne résistance au broutage.

Ex : *Hyparrhenia subplumosa*

ou appétibilité et valeur alimentaire excellente mais sensible au broutage.

Ex : *Hyparrhenia smithiana*

Classe 3 : Production élevée, appétibilité moyenne, bonne résistance au broutage.

Ex : *Schizachyrium sanguineum*

ou production moyenne, appétibilité bonne et bonne résistance au broutage.

Ex : *Paspalum orbiculare*.

Classe 2 : Production moyenne, appétibilité limitée suivant la saison, résistance au broutage variable.

Ex : *Pennisetum polystachion*

ou production faible, mais valeur alimentaire élevée.

Ex : *Zornia glochidiata*

Classe 1 : Production très faible et appétibilité médiocre

Ex : *Digitaria delicatula*

ou production variable, appétibilité très mauvaise mais plante occasionnellement broutée.

Ex : *Cymbopogon schoenanthus*

Classe 0 : Inappétée dans les conditions normales.

Ex : *Sporobulus pyramidalis*.

On trouvera dans le tableau I la liste des 85 espèces herbacées rencontrées et leur classement d'après la valeur pastorale.

La figure 4 montre la répartition en contribution spécifique (% du biovolume ou de la biomasse) des six classes de valeur pastorale. La jachère ancienne (f) et la savane (g) possèdent le plus fort pourcentage de plantes à bonne valeur pastorale (classes 4 et 5). Parmi ces deux classes, la 5 est seulement présente dans la jachère, grâce à *Andropogon gayanus* qui n'existe pas en savane. Aussi la savane apparaît-elle légèrement moins bonne que la jachère. A l'opposé, la population d'adventices (a) et la jachère dégradée récente (b) possèdent les plus forts pourcentages des classes 0,1 et 2, à valeur pastorale nulle ou mauvaise. Le graphe met en évidence l'effet favorable de la protection du bétail. Une mise en défens d'un an de la jachère (c) suffit pour accroître la classe 5 de 12 à 35 % (d). Une mise en défens de 4 ans de la jachère récente (b) aboutit à une augmentation de 36 % de la même classe.

La valeur pastorale globale de l'herbage est exprimée par la relation :

$$VP = 1/5 \sum i_s cs$$

Où i_s est l'indice de valeur pastorale de l'espèce, et cs la contribution spécifique en %.

La valeur pastorale des 7 formations étudiées est donnée dans le tableau II.

Tableau I : Répartition des espèces en classes de valeur pastorale

CLASSE 5		Papilion.	<i>Indigofera hirsuta</i>
Gramin.	<i>Andropogon gayanus</i>	Papilion.	<i>Indigofera paniculata</i>
CLASSE 4		Papilion.	<i>Indigofera polysphaera</i>
Gramin.	<i>Andropogon chinensis</i>	Papilion.	<i>Indigofera pulchra</i>
Gramin.	<i>Andropogon schirensis</i>	Papilion.	<i>Indigofera tetrasperma</i>
Gramin.	<i>Elymandra androphila</i>	Papilion.	<i>Stylosanthes mucronata</i>
Gramin.	<i>Hyparrhenia dissoluta</i>	Rubia.	<i>Borreria octodon</i>
Gramin.	<i>Hyparrhenia smithiana</i>	Rubia.	<i>Borreria scraba</i>
Gramin.	<i>Hyparrhenia subplumosa</i>	Rubia.	<i>Borreria verticillata</i>
CLASSE 3		Rubia.	<i>Mitracarpus scaber</i>
Gramin.	<i>Loudetia arundinacea</i>	Aster.	<i>Aspilia helianthoides</i>
Gramin.	<i>Paspalum orbiculare</i>	Aster.	<i>Malanthera scandens</i>
Gramin.	<i>Schizachyrium sanguin.</i>	Aster.	<i>Sonchus elliotianus</i>
CLASSE 2		Aster.	<i>Sonchus rarefolius</i>
Gramin.	<i>Ctenium newtonii</i>	Aster.	<i>Vernonia guineensis</i>
Gramin.	<i>Elionurus platypus</i>	Verben.	<i>Lantana rhodesiensis</i>
Gramin.	<i>Imperata cylindrica</i>	Commelin.	<i>Aneilema lanceolatum</i>
Gramin.	<i>Monocymbium cerasif..</i>	Cyper.	<i>Bulbostylis metralis</i>
Gramin.	<i>Panicum phramitoides</i>	Cyper.	<i>Cyperus dilatatus</i>
Gramin.	<i>Pennisetum polystachyon</i>	Cyper.	<i>Cyperus rotundus</i>
Gramin.	<i>Rottboelia exaltata</i>	Cyper.	<i>Cyperus tenuiculmis</i>
Gramin.	<i>Schizachyrium sp.</i>	Cyper.	<i>Fimbristylis scabrida</i>
Papilion.	<i>Dolichos chrysanthus</i>	Cyper.	<i>Scleria bulbifera</i>
Papilion.	<i>Zornia glochidiata</i>	Cyper.	<i>Scleria lagoensis</i>
Rubia.	<i>Borreria stachydea</i>	CLASSE 0	
Aster.	<i>Tridax procumbens</i>	Gramin.	<i>Sporobolus pyramidalis</i>
CLASSE 1		Amaranth.	<i>Pandiaka involucrata</i>
Gramin.	<i>Andropogon fastigiatus</i>	Stercul.	<i>Waltheria indica</i>
Gramin.	<i>Aristida kerstingii</i>	Malv.	<i>Sida rhombifolia</i>
Gramin.	<i>Brachiaria distichophyll.</i>	Papilion.	<i>Tephrosia bracteolata</i>
Gramin.	<i>Cymbopogon schoenan.</i>	Papilion.	<i>Tephrosia platycarpa</i>
Gramin.	<i>Dactyloctenium aegypt.</i>	Vitaceae	<i>Cissus rufescens</i>
Gramin.	<i>Digitaria delicatula</i>	Rubia.	<i>Borreria radiata</i>
Gramin.	<i>Digitaria gayana</i>	Rubia.	<i>Kohautia senegalensis</i>
Gramin.	<i>Digitaria longiflora</i>	Aster.	<i>Aedesia baumanii</i>
Gramin.	<i>Elionurus pobeguini</i>	Aster.	<i>Elephantopus senegal.</i>
Gramin.	<i>Eragrostis tremula</i>	Aster.	<i>Vernonia nigritana</i>
Gramin.	<i>Eragrostis turgida</i>	Aster.	<i>Vernonia pumila</i>
Gramin.	<i>Loudetia hordeiformis</i>	Solan.	<i>Schwenckia americana</i>
Gramin.	<i>Sorghastrum bipennatum</i>	Scrolular.	<i>Striga baumannii</i>
Amaranth.	<i>Pandiaka heudelotii</i>	Acanth.	<i>Lepidagathis collina</i>
Euphorb.	<i>Phyllanthus sublanatus</i>	Hypoxid.	<i>Curculigo pilosa</i>
Cacsalpin.	<i>Cassia mimosoides</i>	Cyper.	<i>Bulbostylis barbata</i>
Papilion.	<i>Eriosema griseum</i>	Cyper.	<i>Bulbostylis coleotricha</i>
Papilion.	<i>Eriosema psoraleoides</i>	Cyper.	<i>Bulbostylis lanifera</i>
		Cyper.	<i>Fimbristylis exilis</i>

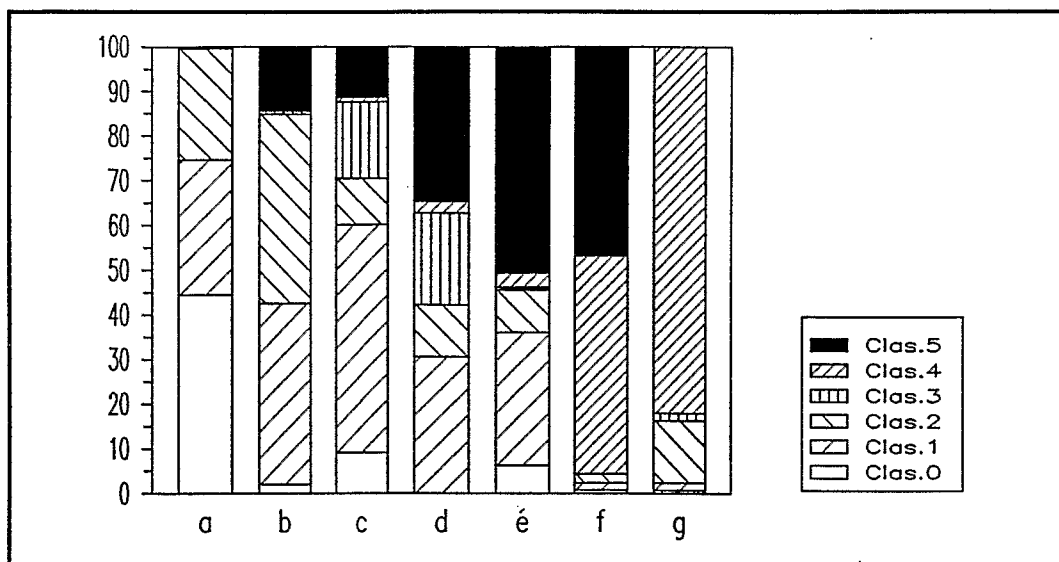


Figure 4 : Valeur pastorale des formations étudiées :

a = Population d'adventices
 b = Jachère dégradée récente
 c = Jachère dégradée ancienne
 d = Jachère ancienne après 1 an de restauration
 e = Jachère récente après 4 ans de restauration
 f = Jachère ancienne non dégradée
 g = Savane naturelle.
 Les espèces sont réparties en 6 classes, notées 0 à 5

Tableau II : Valeur pastorale des formations étudiées (VP) et nombre d'espèces rencontrées (n. sp.)

	n.sp.	VP
a) Population d'adventices	57	16,3
b) Jachère dégradée récente	14	40,0
c) Jachère dégradée ancienne	34	37,2
d) Jachère ancienne après 1 an de restauration	17	59,8
e) Jachère récente après 4 ans de restauration	18	63,3
f) Jachère ancienne	24	87,1
g) Savane naturelle	36	72,5

La jachère ancienne (f) possède la meilleure valeur pastorale, supérieure à la savane : ceci est évidemment dû à l'abondance d'*Andropogon gayanus* qui n'existe pas dans la savane reconstituée et auquel on a donné l'indice maximum, supérieur à celui des graminées savaniques, ce qui se justifie par une meilleure appétibilité et une teneur supérieure en matières azotées.

La population d'adventices, qui correspond à une jachère d'âge zéro, a la valeur pastorale la plus faible.

La protection du bétail a permis dans les deux cas d'accroître la valeur pastorale de 23 %. Enfin, la jachère ancienne dégradée (c), ne présente pas une valeur pastorale supérieure à celle de la jachère récente dégradée (b), malgré une proportion bien plus importante des graminées vivaces : 65 % au lieu de 21 %. Ce n'est donc pas l'ancienneté de la jachère qui détermine sa valeur pastorale, mais la façon dont elle est protégée du bétail, sachant

que l'exploitation a toujours tendance à faire régresser les meilleures espèces. En conclusion, la valeur pastorale d'une jachère dépend beaucoup plus de l'intensité de son exploitation par le bétail que de son âge ou de son degré d'évolution vers la savane : la pâture excessive empêche l'évolution favorable de la jachère.

RESTAURATION DE LA JACHÈRE

Quatre années de mise en défens de la jachère dégradée (b) ont suffi pour restaurer le tapis herbacé et obtenir une végétation à *Andropogon gayanus* dominant (e) (COULIBALY *et al.*, 1990-1991).

Productivité de la jachère

Une expérimentation a été conduite sur les jachères b et e dans le but de mesurer l'efficacité de la restauration par la mise en défens et de comparer la productivité de ces jachères restaurées et dégradées à celle d'une jachère ancienne non dégradée (f) ou d'une savane reconstituée (g) (CESAR et COULIBALY, 1990).

La productivité est exprimée par la biomasse maximale obtenue en fin de cycle végétatif. La biomasse de la jachère est deux fois plus élevée après restauration (196 g/m²), mais elle reste très inférieure à la biomasse de la jachère ancienne (359 g/m²) ou à celle de la savane reconstituée (487 g/m², fig. 5).

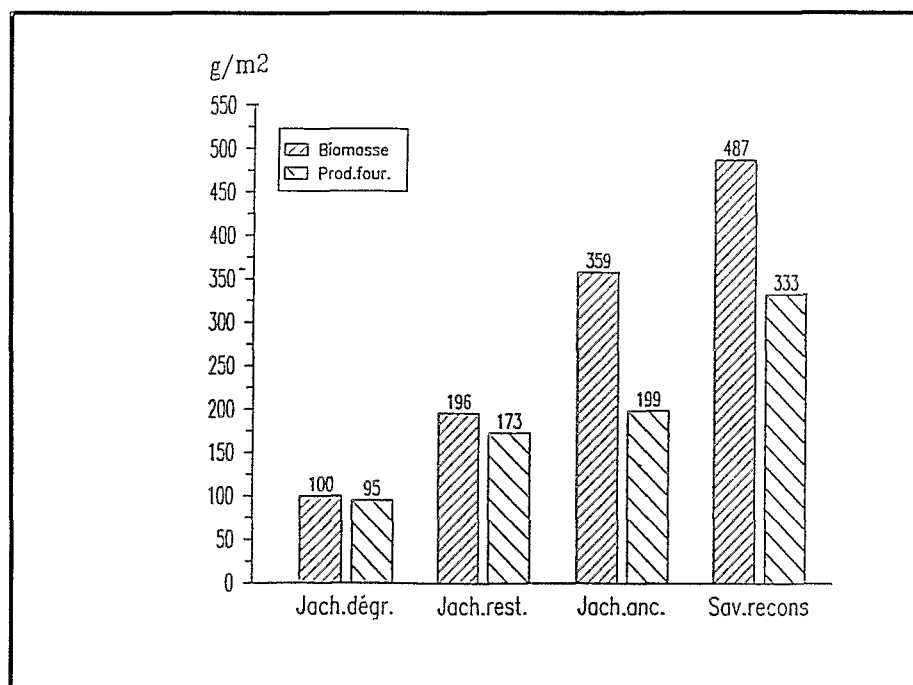


Figure 5 : Productivité de la jachère : Biomasse de fin de cycle et production fourragère annuelle de 4 formations dans la région de Korhogo :

jachère dégradée (b), jachère restaurée par 4 ans de mise en défens en zone dense (e), jachère ancienne non dégradée hors zone dense (f) et savane reconstituée (g).

La production fourragère est mesurée par la production cumulée de repousses après coupe suivant un rythme de 35 jours. Elle est près de deux fois plus élevée sur la jachère restaurée et peu différente de la biomasse maximum, ce qui traduit une réelle adaptation des plantes à un rythme rapide d'exploitation. Au contraire, dans la jachère ancienne et dans la savane, l'écart entre la biomasse maximum et la production des repousses reste important.

Exploitation et gestion pastorale

1) Exploitation de la jachère par coupes

Deux hauteurs de coupe ont été appliquées : la coupe basse entre 0 et 5 cm comparable à un pâturage intensif et la coupe haute 10 à 15 cm, moins sévère. En 1989, quelle que soit la hauteur de coupe, la production de la jachère restaurée avait été deux fois plus élevée que celle de la jachère dégradée ; la différence était significative à 0,01. Au cours de cette expérience, on constatait cependant une nette amélioration de la jachère dégradée : l'exploitation par coupe au rythme de 35 jours étant moins sévère que l'exploitation traditionnelle par les animaux.

En 1990, la production fourragère et la biomasse maximale ont été mesurées sur trois parcelles :

- la jachère restaurée, exploitée au rythme de 35 jours,
- la jachère dégradée, exploitée au rythme de 35 jours.

Ces deux parcelles en sont à leur deuxième année d'exploitation.

- Une nouvelle parcelle de jachère dégradée, exploitée au rythme plus intensif de 25 jours.

Les résultats de ces mesures sont donnés dans le tableau III. Comparée aux résultats de 1989, la production a sensiblement diminué pour la jachère restaurée, alors qu'elle augmente beaucoup pour les parcelles dégradées.

Tableau III : Production fourragère de la jachère. Comparaison des deux années. Tableau des moyennes en g/m²

		JACHERE RESTAUREE 35 jours	JACHERE DEGRADEE 35 jours	JACHERE DEGRADEE 25 jours
Coupe basse	1989	173	95	
	1990	150	168	177
Coupe haute	1989	135	64	
	1990	73	128	102

D'une part, la parcelle dégradée de 35 jours s'est trouvée améliorée par un an de mise en défens, d'autre part, la production semble stimulée sur les jachères dégradées par une exploitation rapide au rythme de 25 jours. L'analyse statistique des résultats ne montre pas de différence significative en fonction du traitement à 0,05 mais seulement à 0,10. En revanche, l'effet de la hauteur de coupe est hautement significatif, la production est 1,6 fois plus élevée avec les coupes basses.

La baisse de production de la jachère restaurée peut résulter en partie de la diminution de la proportion d'*Andropogon gayanus* sur cette parcelle. Le pourcentage d'*Andropogon gayanus*, qui représentait en moyenne 55 % de la végétation dans la parcelle restaurée en 1989, passe à 6,8 % en octobre 1990.

La figure 6 montre qu'*Andropogon gayanus* régresse sur les 3 parcelles de juillet à octobre, quelle que soit la hauteur de coupe. Il remonte en octobre-novembre mais uniquement pour le traitement dégradé 35 jours.

Ainsi, un rythme d'exploitation rapide de 25 à 35 jours ne semble pas convenir sur ces jachères à *Andropogon gayanus*, qui régresse en saison des pluies. Le bénéfice de la restauration a donc été perdu en deux années d'exploitation intensive par coupe. Il est pourtant possible d'exploiter au rythme de 30 jours la jachère à *Andropogon gayanus* lorsqu'elle est installée hors zone dense : la jachère ancienne (f) a fait l'objet d'une exploitation pendant deux ans sans dégradation notable (CESAR, 1981, 1990). Le comportement de la jachère était comparable à celui des savanes non dégradées de la région.

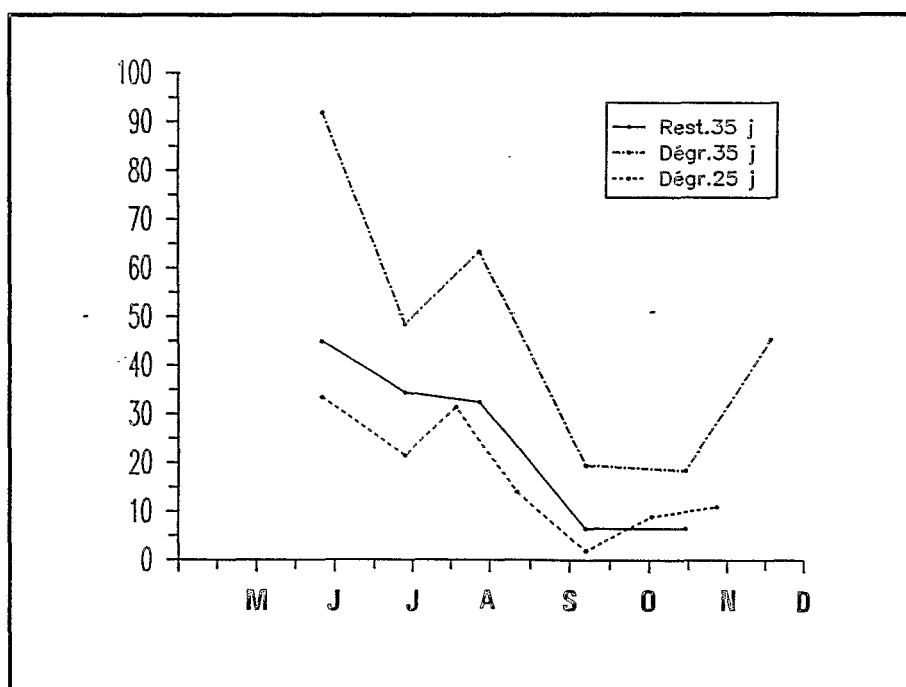


Figure 6 : Proportion d'*Andropogon gayanus* dans la production des repousses après coupe
% d'*Andropogon gayanus* dans la jachère exploitée par coupes de 35 jours et 25 jours.

Moyennes des coupes basses et hautes : R = Jachère restaurée ; D = Jachère dégradée

Il est probable que le sol épuisé de la zone dense ne réponde pas aux efforts de production que demande l'exploitation intensive de la jachère restaurée. Il est possible que des carences limitent la croissance compte tenu de la faible fertilité du sol.

En conclusion, il faut admettre que les jachères restaurées n'ont pas pu supporter le rythme d'exploitation par coupes de 30-35 jours. En revanche, les résultats de digestibilité de KOUAO BROU (in COULIBALY *et al.*, 1990) ont montré que la valeur nutritive de la jachère à *Andropogon gayanus* restait bonne jusqu'à la dixième semaine. Il convient donc d'exploiter les jachères restaurées avec un rythme moins rapide, ce qui a pu être réalisé dans l'expérience suivante.

2) Capacité de charge de la jachère restaurée

La plus grande partie de la jachère restaurée a été utilisée pour alimenter les ovins destinés à l'expérience de digestibilité. Elle a été ensuite exploitée par un troupeau bovin.

Au total, la jachère a pu supporter du début de la saison des pluies à fin septembre la charge de 257 UBT/j/ha sans dégradation du couvert herbacé.

Cette charge appliquée sur 6 mois de saison pluvieuse, et qui équivaut à une moyenne de saison des pluies de $1,4 \text{ UBT/ha}^{-1}$, est tout à fait satisfaisante. Les données de charge de saison des pluies, mesurées sur savane en zone guinéenne, ne sont pas très supérieures (CESAR, 1977).

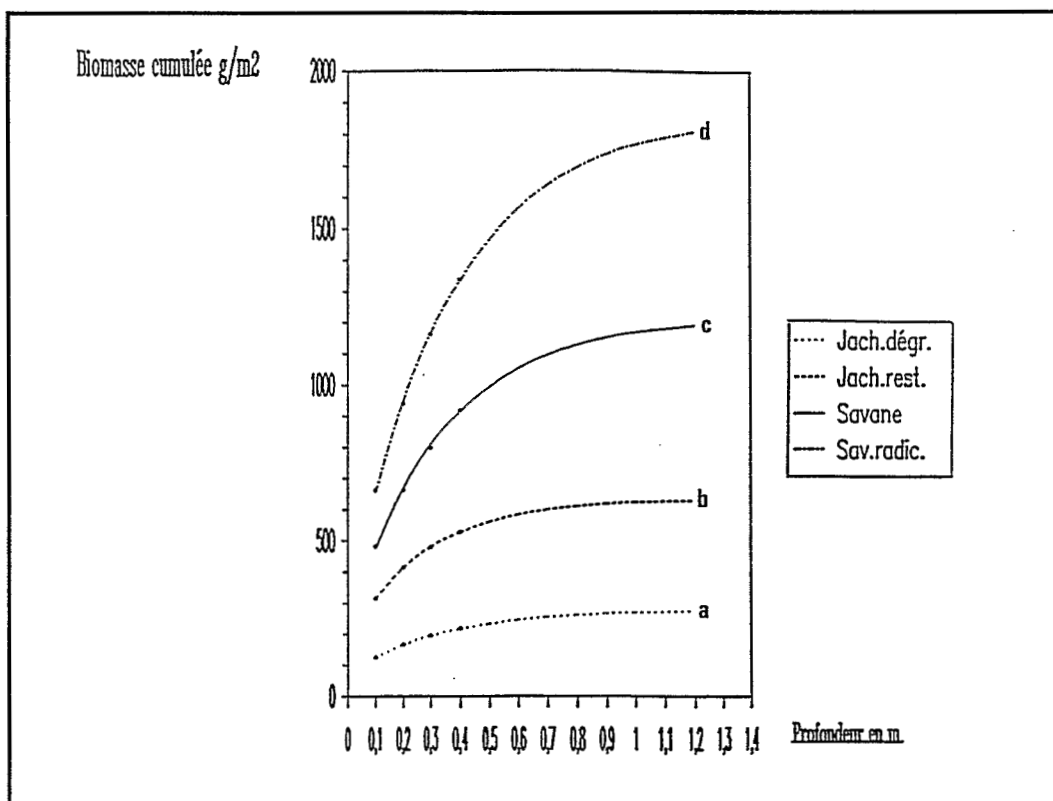


Figure 7 : Biomasse racinaire cumulée en fonction de la profondeur.

a : Jachère dégradée, racines seules

c : savane, racines seules

b : Jachère restaurée, racines seules

d : savane, racines + radicelles

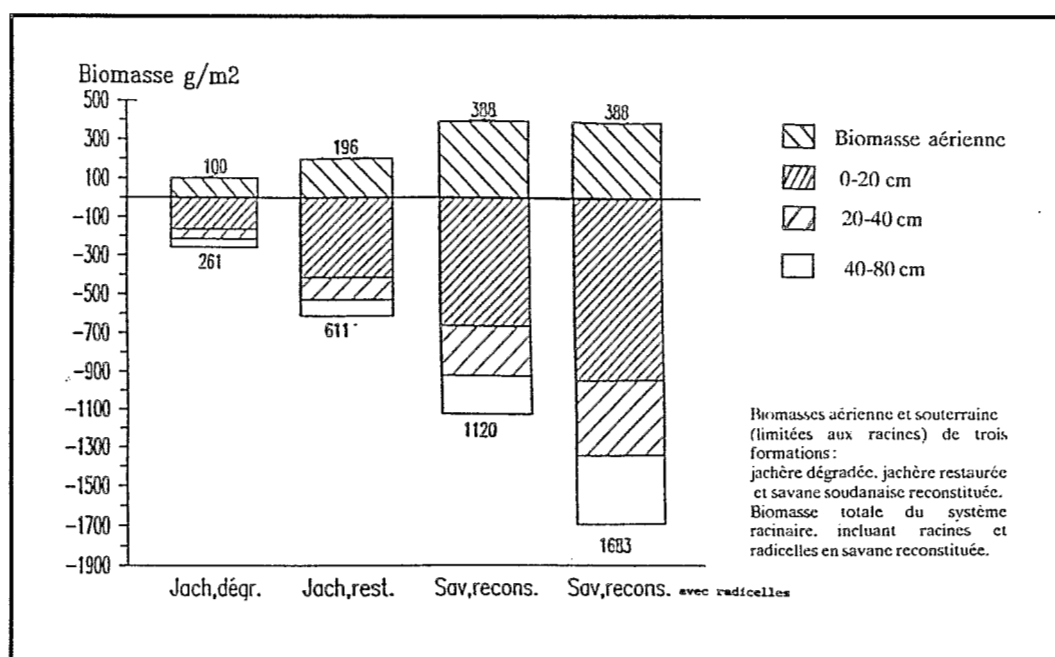


Figure 8 : Biomasses aériennes et racinaires

Biomasse racinaire et action sur le sol

Biomasse racinaire et apport organique par les racines

Le système racinaire de la jachère restaurée et du témoin dégradé a été étudié au moyen de la technique de prélèvements par sondage (CESAR, 1984).

Les sondages sont effectués jusqu'à 40 cm de profondeur, ce qui suffit pour établir la courbe de diminution de la masse racinaire en fonction de la profondeur. En valeurs cumulées à partir de la surface, la masse racinaire s'ajuste à une fonction asymptotique.

$$\text{Jachère dégradée : } y = 280 - 209 \cdot e^{-3,03x}$$

$$\text{Jachère restaurée : } y = 636 - 460 \cdot e^{-3,62x}$$

où x est la profondeur en m et y la biomasse en g/m^2 .

Entre 0 et 40 cm, la masse racinaire est de 218 g/m^2 pour la jachère dégradée et de 528 g/m^2 pour la jachère restaurée.

De 0 à 80 cm, la masse racinaire serait de 261 g/m^2 et 611 g/m^2 pour ces deux jachères, soit un apport de $3,5 \text{ t/ha}$ provoqué par la restauration. Cette modification, plus importante que l'accroissement de la partie aérienne, est évidemment la conséquence du remplacement des graminées annuelles par des graminées vivaces et en particulier par *Andropogon gayanus*.

On a cherché à comparer ces valeurs à la masse racinaire de la savane reconstituée. La savane étudiée dans la première partie (relevé g et figure 5) n'a malheureusement pas fait l'objet de prélèvements racinaires. Les

données des figures 7 et 8 sont issues d'une savane soudano-guinéenne de la région de Mankono, floristiquement assez proche, mais située sur un sol moins fertile. La biomasse aérienne est plus faible (388 g/m^2) que celle de la savane "g" (487 g/m^2) ; cependant sa masse racinaire dépasse de beaucoup (1120 g/m^2) celle de la jachère restaurée (611 g/m^2). La biomasse de la jachère représente 51 % de la biomasse de la savane pour la partie aérienne et 55 % pour la partie souterraine.

Dans cette expérience, la masse de radicelles n'a pas été mesurée. Les radicelles de diamètre compris entre 20 et 200μ échappent en grande partie à un tamisage à mailles de 1 mm. La détermination de la masse de radicelles exige un dispositif spécial et la technique est longue.

On sait cependant que dans ces savanes, la masse de radicelles représente environ le tiers de la biomasse souterraine totale ou la moitié de la masse des racines (CESAR 1984-1989). Il est donc vraisemblable que la masse réelle du système racinaire de la jachère restaurée dépasse de beaucoup 6 t/ha, et serait plutôt voisine de 9 t/ha.

On sait aussi que le taux de renouvellement des racines dans les savanes tropicales à graminées vivaces est élevé. Bien que la mesure soit délicate, la plupart des auteurs trouvent un coefficient compris entre 0,5 et 1,2 (CESAR et MENAUT, 1974 ; SAN JOSE *et al.*, 1982). On peut ainsi évaluer l'apport annuel de matière organique au sol par les racines à 4 à 5 t/ha au minimum dans la jachère restaurée.

Tableau IV : Composition chimique des racines. Composition centésimale en % de la matière sèche, et masses de substances par m^2 calculées pour la tranche de sol comprise entre 0 et 40 cm de profondeur

	Jachère dégradée		Jachère restaurée	
	%	g/m^2	%	g/m^2
Amidon	8,69	18,9	7,03	37,13
Sucres totaux	1,03	2,24	0,65	3,43
Sucres réducteurs	0,46	1,00	0,34	1,80
Sucres non réducteurs	0,57	1,24	0,31	1,64
Matières azotées tot.	8,73	18,99	4,96	26,20

Composition chimique des racines

Curieusement, la composition centésimale des racines est plus pauvre en azote et en substances énergétiques dans la jachère restaurée (tableau IV). Les différences vont presque du simple au double. *Peut-on expliquer ces résultats par les différences de composition floristique ? Les plantes annuelles auraient un système racinaire moins abondant, mais chimiquement plus riche que les graminées vivaces ?* Il se peut aussi que l'effort de production de la jachère restaurée se ressente sur la teneur en matières azotées et énergétiques des racines.

Quoi qu'il en soit, les réserves nutritives souterraines de la jachère, exprimées par unité de surface sont toujours supérieures dans la jachère restaurée. La masse d'amidon y est deux fois plus élevée, celle de sucre 1,5 fois et celle d'azote 1,4 fois.

Tableau V : Analyse du sol des jachères

LOCALISATION PROFONDEUR	JACHERE DEGRADEE 0-10	JACHERE RESTAUREE 0-10
GRANULOMETRIE		
Argiles %	3,5	3,1
Limons %	2,5	3,4
Limons gros. %	4,7	5,4
Sables fins %	30,3	19,8
Sables gros. %	58,9	68,3
MAT. ORGANIQUE		
Matière org. %	0,52	0,46
Carbone org. %	0,30	0,27
Azote. tot. %	0,29	0,24
C/N	10,3	11,2
PHOSPHORE		
Olsen Dabin ppm	5,6	5,0
P total ppm	63,6	71,1
COMPLEXE ABSORBANT		
Ca éch. meq %	0,50	0,95
Mg éch. meq %	0,15	0,31
K éch. meq %	0,06	0,08
Na éch. meq %	0,01	0,13
Al éch. meq %	0,01	0,05
Mn éch. meq %	0,02	0,01
H éch. meq %	0,02	0,00
Somme meq %	0,77	1,53
Cap. éch. meq %	0,67	1,38
PH cobalt	5,11	5,60
Saturation	1,14	1,11
pH		
pHeau	5,55	5,95
pH KCl	4,70	5,40

Evolution du sol

Le tableau V permet de comparer la jachère restaurée, après 4 années de mise en défens, au témoin dégradé exploité par le bétail.

Sur ces sols très épuisés, la remontée de fertilité en 4 ans est faible. On n'observe pas encore d'amélioration de la teneur en matière organique, ni de celle en azote total, qui est même sensiblement inférieure dans la jachère restaurée, par suite peut-être d'une production végétale plus élevée.

Par contre, on observe une nette augmentation de la somme des bases échangeables (+ 99 %), qui se manifeste surtout par un accroissement des teneurs en calcium (+ 90 %), magnésium (+ 107 %) et sodium. Le potassium et le phosphore total augmentent peu, vraisemblablement limités par l'absorption racinaire. Le pH est relevé de près d'une demi-unité.

Le résultat le plus surprenant de ces analyses est l'absence de remontée du taux de matière organique : en effet, la masse racinaire s'est accrue considérablement par suite de la mise en défens.

CONCLUSION

Dans les systèmes agricoles traditionnels du nord de la Côte-d'Ivoire, où la densité de population n'est pas excessive, la pratique de la culture itinérante s'accompagne d'une jachère longue qui est abandonnée, le plus souvent, jusqu'à la reconstitution complète de la savane. La remise en culture ne se fait jamais avant. Une faible proportion de la surface du terroir est cultivée, de l'ordre de 10 %. Les jachères et les savanes subissent une faible pression de pâturage qui n'empêche pas la reconstitution lente de la végétation de savane et de son sol. Les travaux récents de VALENTIN (1989) montrent l'effet de cette pratique sur la stabilité structurale.

Dans les systèmes à forte densité de population, la surface cultivée augmente et l'agriculteur est obligé de remettre en culture à un stade moins avancé : la durée de la jachère diminue. Une part de plus en plus importante du terroir est cultivée en continu.

Alors que la surface pastorale régresse du fait de l'emprise agricole, les effectifs en bétail augmentent. Les jachères, de plus en plus courtes, sont exploitées intensément et en permanence, avant même que la végétation favorable à *Andropogon gayanus* ait le temps de s'installer. La qualité de la jachère est alors totalement différente. Sa valeur pastorale est considérablement diminuée, sa productivité fourragère est faible et surtout elle est incapable de fournir la matière organique nécessaire à la restauration de l'horizon humifère.

Cependant, la mise en défens momentanée de ces jachères, pendant 1 à 4 ans, en fonction de leur état de dégradation, est une technique susceptible de régénérer un herbage de productivité correcte et de bonne valeur nutritive. L'exploitation de ce pâturage reconstitué, selon un modèle de gestion pastorale adapté, respectant des temps de repos de 45 à 60 jours, devrait permettre d'accroître globalement la production fourragère du terroir, et de rehausser le niveau de fertilité du sol.

Apprendre à gérer la jachère et les autres formations pastorales naturelles, pour en assurer leur pérennité ainsi que celle de leur sol, devrait être le premier objectif en matière d'élevage, des éleveurs et des organismes chargés du développement rural, dans les zones où la densité de population entraîne l'accroissement des surfaces cultivées et la réduction du potentiel pastoral.

REMERCIEMENTS

Les racines prélevées ont été analysées par le laboratoire du Service de Nutrition de l'ITEMVT, sous la direction d'Hubert GUERIN, à qui nous adressons nos remerciements.

Le sol de ces jachères a été analysé au laboratoire du GERDAT à Montpellier ; nous adressons nos remerciements à Monsieur FALLAVIER.

BIBLIOGRAPHIE

- CESAR (J.), 1977 - L'estimation de la charge optimale des pâturages guinéens. *in* : Actes du colloque " Recherches sur l'élevage bovin en zone tropicale humide". Ministère de la Recherche Scientifique (Côte-d'Ivoire), pp 251-260
- CESAR (J.), 1981 - Cycles de la biomasse et des repousses après coupe en savane de Côte-d'Ivoire. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 34 (1), pp 73-81

- CESAR (J.), 1984 - Effet de l'exploitation par coupe sur le système racinaire d'une savane. Bouaké, IDESSA Centre Elevage, Note technique n° 12/84 Pât. , 35 p.
- CESAR (J.), 1989 - L'influence de l'exploitation sur la pérennité des pâturages de savane. I. Effet de la coupe sur la masse du système souterrain. Fourrages, 118, pp 115-125
- CESAR (J.) et MENAUT (J.C.L.), 1974 - Analyse d'un écosystème tropical humide : la savane de Lamto. 2 - Le peuplement végétal. Laboratoire de zoologie, Ecole normale supérieure, Paris. Bulletin de liaison des chercheurs de Lamto, n° spécial, 161 p.
- CESAR (J.) et COULIBALY (Z.), 1990 - Le rôle des jachères et des cultures fourragères dans le maintien de la fertilité des terres. Actes des rencontres internationales "savane d'Afrique, terres fertiles". Montpellier, CIRAD et Ministère de la Coopération et du développement, pp 271-287
- COULIBALY (Z.), KOUAO BROU (J.), BODJI NGUESSAN et CESAR (J.), 1990 - ATP CIRAD - Accroissement de la production fourragère au niveau terroir - Résultats de première année. IEMVT/CIRAD-IDESSA, 52 p.
- COULIBALY (Z.), KOUAO BROU (J.), CESAR (J.) et DULIEU (D), 1990 - ATP CIRAD. - Accroissement de la production fourragère au niveau terroir - Résultats de deuxième année. Maisons-Alfort, IEMVT, Bouaké, INSTITUT DES SAVANES, 53 p.
- COULIBALY (Z.), TOURE (M.) et CESAR (J.), 1991 - La restauration des parcours de jachère dans le nord de la Côte-d'Ivoire. Communication au IV^{ème} Congrès International des terres de parcours, Montpellier, 9 p. (Sous presse).
- DAGET (P.) et POISSONET (J.) 1971 - Une méthode d'analyse phytologique des prairies. Critères d'application. Ann. Agron., 22(1) ; pp 5-41
- DAGET (P.) et POISSONET (J.), 1990 - Notion de valeur pastorale. Institut de Botanique, Montpellier. Repère 3, pp 5-8
- DELPECH (R.), 1960 - Critères de jugement de la valeur agronomique des prairies. Fourrages 4, pp 83-98
- PICHOT (J.), SEDOGO (M.P.), POULAIN (J.F.) et ARRIVETS (J.), 1981 - Evolution de la fertilité d'un sol ferrugineux tropical sous l'influence de fumures minérales et organiques. Agron. trop. 36(2) ; pp 122-133
- PIERI (C.), 1989 - Fertilité des terres de savanes. Ministère de la coopération/CIRAD-IRAT, 445 p.
- SAN JOSE (J.J.), BERRADE (F.) et RAMIREZ (J.), 1982 - Seasonal changes of growth, mortality and disappearance of belowground root biomass in the *Trachypogon* savana grass. Oecologia plantarum, 3, 17(4), pp 347-358
- VALENTIN (C.), 1989 - Les états de surface des savanes de l'Ouest africain : relations avec les sols et incidences sur l'économie en eau. Soltrop 89. Actes du 1^{er} séminaire franco-africain de pédologie tropicale, Lomé, 6-12 février. ORSTOM. Coll. Colloques et séminaires, pp 243-252